DISEÑO, CONSTRUCCION DE UNA CUBETA ELECTROLITICA Y DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL TRAZADO DE LINEAS EQUUIPOTENCIALES EN UNA CONFIGURACION RECTANGULAR Y EN UNA CIRCULAR.

L.D. Romero[1], J.A. Jiménez[2], J.M. Flórez[3]
[1] Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Departamento de Física
[2] Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Departamento de Matemáticas y Estadística
[3] Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá, Departamento de Física

RESUMEN

Se construyó un equipo experimental para el trazado de líneas equipotenciales y adicionalmente se desarrolló un programa en Visual Basic, el cual permite calcular las líneas en dos configuraciones, cilíndricas y rectangulares.

INTRODUCCIÓN

Se desarrolló una herramienta de programación en lenguaje Visual Basic, la cual permite calcular y graficar líneas equipotenciales en una distribución de carga dada, para configuraciones rectangulares y circulares. Además se construyó e implemento un equipo para realizar la práctica experimental y corroborar los datos obtenidos.

DETALLES EXPERIMENTALES

Se tienen cuatro electrodos planos (para el caso de la configuración rectangular), cada uno con un potencial y un longitud dada, formando un rectángulo, sobre la cubeta acrílica (fig.1), que contiene agua desmineralizada.

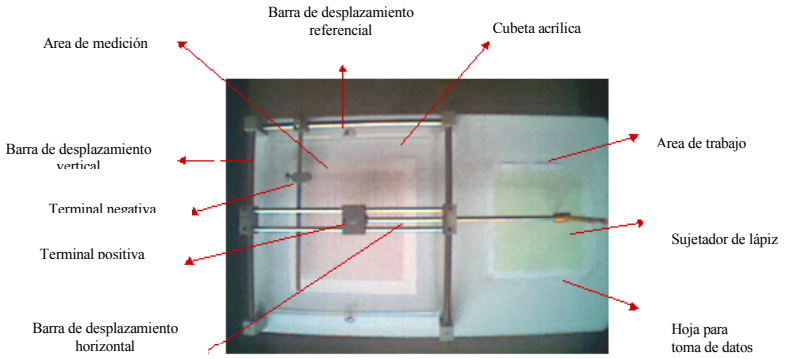


Fig.1 Cubeta Electrolítica

La cubeta electrolítica consta de un conjunto de barras: horizontal y vertical, en acero inoxidable, que facilita el desplazamiento sobre la superficie de la cubeta,

una cubeta acrílica que contiene agua desmineralizada ,la cual funciona como un conductor sobre la superficie en la cual se ubican los electrodos de la configuración a formar.

Para hallar los puntos equipotenciales sobre la cubeta, primero se debe fijar la barra de referencia como punto de potencial cero, en un extremo de la cubeta, luego comienza la búsqueda de los puntos deslizando la barra de desplazamiento hasta la primera línea de la cuadrícula y sobre esta línea se desliza la barra vertical buscando una corriente igual a cero, registrada en el galvanómetro; el punto encontrado se marca en la hoja de trabajo y se realiza el mismo procedimiento para las siguientes líneas.

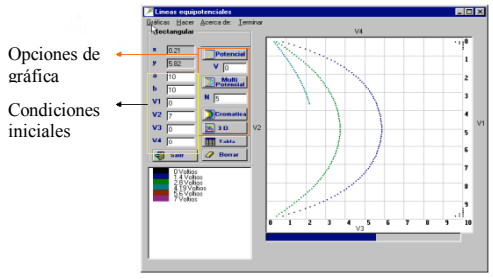
Se buscan puntos donde la corriente sea igual a cero, porque esto garantiza que los puntos son equipotenciales con respecto al punto de referencia, es decir que el voltaje entre punto y punto es el mismo. Para buscar otra línea de potencial se fija otro punto de referencia.

DISEÑO DE PROGRAMA

Observar la distribución de las líneas en una configuración dada, experimentalmente toma un poco de tiempo, es por ello que se realizó un programa en Visual Basic el cual permite graficar rápidamente el trazo de las líneas equipotenciales.

El programa calcula las líneas de potencial en dos configuraciones únicamente, rectangular y circular, el cálculo se hace basándose en la solución de la ecuación de Laplace en coordenadas cartesianas y cilíndricas.

Para obtener la gráfica de potencial en cualquier distribución se requiere de ciertas condiciones iniciales, como la longitud de los electrodos y el potencial en cada uno de ellos; una vez ingresadas las condiciones iniciales, es posible obtener la gráfica de distribución de potencial en cuatro opciones de gráfica (fig.2): potencial, multipotencial, cromática y 3D. La estructura del programa se muestra en el diagrama de flujo.



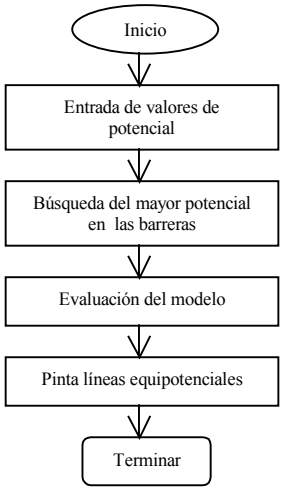


Fig.2 Ventana Configuración rectangular

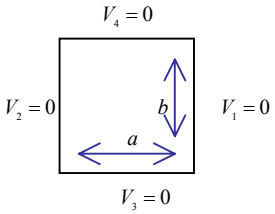
FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA

El funcionamiento del programa se muestra mediante un ejemplo para la configuración rectangular.

Ejemplo:

Se tienen cuatro barreras de potencial ubicadas sobre un rectángulo, cada una con un potencial y una longitud dada.

$a = 14cm$
$b = 14cm$



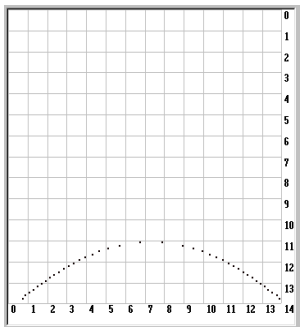


Fig.3 a Gráfica potencial 3V

No	X	Y
1	0.7	0.28
2	13.86	0.28
3	0.85	0.42
4	13.71	0.42
5	1.07	0.56
6	13.49	0.56
7	1.27	0.7
8	13.29	0.7
9	1.47	0.84
10	13.09	0.84
11	1.67	0.98
12	12.89	0.98
13	1.89	1.12
14	12.67	1.12
15	2.1	1.26
16	12.46	1.26
17	2.33	1.4
18	12.23	1.4
19	2.56	1.54
20	12.01	1.54

Fig. 3b Tabla de datos 3V

La fig. 3 a muestra la gráfica de la línea equipotencial de 3 voltios, para la configuración establecida. La fig.3b muestra la tabla de datos obtenida, donde la primera columna "No" en la tabla, indica el número de datos, la segunda la coordenada en "x" y la tercera la coordenada en "y". Las coordenadas x y y indican la posición de un punto en la superficie, donde se encuentra un potencial buscado.

ANALISIS DE DATOS

De acuerdo a los datos y a la gráfica obtenida en la configuración establecida, se observa que la línea equipotencial obtenida es de forma parabólica. Para comprobar que efectivamente los datos se ajustan a la ecuación de una parábola se utiliza la serie de Taylor y se realiza una solución polinomica de segundo orden, para la solución de la ecuación de Laplace, lo cual da como resultado una parábola.

Aplicando de serie de Taylor para $V(x,y)$ alrededor del punto $(x_o, y_o)=\left(a, \frac{a}{2}\right)$ se obtiene:

$$V(x,y) \approx \frac{4.V_1}{a^0}\sum_{k=0}^{\infty}(-1)^k[(2.k+1)\pi]^{-1} + \frac{4.V_1}{a}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k[(2.k+1)\pi]^0}{Tanh[(2.k+1)\pi]}(x-a) + \frac{1}{2!}\frac{4.V_1}{a^2}(-1)^k[(2.k+1)\pi](x-a)^2 + \frac{1}{2!}\frac{4.V_1}{a^2}(-1)^{k+1}[(2.k+1)\pi]\left(y-\frac{a}{2}\right)^2 \quad [1]$$

De acuerdo al análisis anterior se obtiene la siguiente ecuación que se ajusta a los datos, tanto para los calculados con el programa, como para los medidos experimentalmente:

$y_i = ax_i^2 + bx_i + c$ Ecuación de la parábola [2]

$y = 0.0263x^2 + 0.3696x + 0.1904$ datos calculados con el programa [3]

$y = 0.0319x^2 + 0.4462x + 0.0308$ datos experimentales [4]

CONCLUSIONES

Al combinar la práctica experimental del laboratorio con la parte tecnológica, en lo pertinente al manejo del software desarrollado para éste caso, se hace más dinámico e interesante el proceso de aprendizaje en el tema de superficies equipotenciales.

Al corroborar los datos obtenidos experimentalmente en la cubeta y los obtenidos en el programa, con la solución teórica, se obtuvo un mínimo de error en los datos.

Con éste trabajo se pretende crear expectativas e inquietudes en el desarrollo de nuevos proyectos, que involucren la informática en las prácticas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

[1]. Romero M.L., Jiménez M. J.A., CUBETA ELECTROLITICA PARA TRAZADO DE LINEAS EQUIPOTENCIALES (con programa que calcula las líneas equipotenciales en una configuración rectangular o en una de dos aros concéntricos), Trabajo de grado para optar el Titulo de Licenciado en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá 2000.

[2]. Romero M.L., Jiménez M. J.A., MANUAL DEL USUARIO "Cubeta electrolítica para trazado de líneas equipotenciales". Bogotá 2000.